

STUDI LITERATUR: PEMANFAATAN GELOMBANG ULTRASONIK SEBAGAI PERANGKAT PENGUSIR TIKUS

Septia Wahyuni Surya Ningsih^[1]

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
septianingsih16050874045@mhs.unesa.ac.id^[1]

Farid Baskoro^[2], Nur Kholis^[3], Arif Widodo^[4]

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
faridbaskoro@unesa.ac.id^[2], nurkholis@unesa.ac.id^[3], arifwidodo@unesa.ac.id^[4]

Abstrak

Pertanian merupakan salah satu mata pencaharian bagi rakyat Indonesia. Padi yang merupakan salah satu makanan pokok bagi rakyat Indonesia. Seperti mata pencaharian yang lainnya, pertanian juga memiliki gangguan tersendiri. Gangguan pada pertanian adalah cuaca dan hama yang menyebabkan pengurangan hasil panen. Seiring berkembangnya teknologi yang sangat pesat, teknologi dapat membantu para petani untuk mengusir hama seperti tikus. Tikus merupakan hewan pengerat yang menjadi salah satu musuh bagi para petani padi, karena tikus dapat menyebabkan padi roboh dan menjadikan padi sebagai makanannya. Tujuan dari literasi ini adalah untuk studi literatur pemanfaatan gelombang ultrasonik guna mengusir tikus. Hasil dari literasi ini adalah gelombang ultrasonik yang mampu mengusir tikus pada frekuensi 23 – 50 kHz, dari frekuensi yang bervariasi tersebut diambil frekuensi yang paling banyak mampu mengusir tikus adalah frekuensi 30 kHz. Tikus merespon gelombang ultrasonik yang dikeluarkan setelah 4 detik. Sensor mampu mendeteksi dari jarak 1 – 5 meter dari alat, gelombang ultrasonik mempengaruhi tikus pada jarak 1,4 m dari umpan. Dan diperoleh hasil bahwa tidak hanya modul NE555 saja yang mampu menghasilkan gelombang ultrasonik, namun PIC16F767 dan twitter juga mampu menghasilkan gelombang ultrasonik.

Kata kunci : Modul NE555, PIC16F767, Gelombang Ultrasonik.

Abstract

Agriculture is one of the livelihoods for the Indonesian people. Rice which is one of the staple foods for the Indonesian people. Like other livelihoods, agriculture also has its own disruptions. Disturbances to agriculture are weather and pests that cause reduced yields. As technology develops very rapidly, technology can help farmers to repel pests such as rats. Rats are rodents which are one of the enemies of rice farmers, because rats can cause rice to collapse and make rice as food. The purpose of this literacy is to study the literature on the use of ultrasonic waves to repel mice. The result of this literacy is ultrasonic waves that are able to repel mice at a frequency of 23 - 50 kHz. From these varied frequencies, the frequency that can repel mice is the frequency of 30 kHz. The mice respond to the ultrasonic waves emitted after 4 seconds. The sensor is able to detect from a distance of 1 - 5 meters from the tool, ultrasonic waves affect mice at a distance of 1,4 m from the bait. And the results show that not only the NE555 module is capable of producing ultrasonic waves, but the PIC16F767 and twitter are also capable of generating ultrasonic waves.

Keywords: Module NE555, PIC16F767, Ultrasonic Waves.

PENDAHULUAN

Indonesia disebut negara agraris, yang artinya pertanian menjadi peranan penting bagi keseluruhan perekonomian nasional. Sebagian besar hasil dari sektor tanaman pangan menjadi makanan pokok bagi masyarakat Indonesia seperti padi. Pada pertanian padi seringkali terjadi hasil panen yang tidak maksimal hingga gagal panen yang disebabkan oleh keadaan cuaca yang berubah-ubah dan juga disebabkan oleh adanya hama. Hama dan penyakit yang menyerang pada tanaman padi

dapat menurunkan hasil produksi panen padi, hama yang menyerang padi beragam jenis mulai dari serangga hingga tikus (Telaumbanua dkk., 2018).

Banyaknya rakyat Indonesia yang hidup atau bekerja dalam sektor pertanian atau produk nasional yang berasal dari sektor pertanian (Lailatussyukriah, 2015). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk yang bekerja sebanyak 128,45 juta orang per Agustus 2020. Dari jumlah tersebut paling banyak bekerja pada sektor pertanian sebanyak 38,23

juta orang atau 29,76% dari total keseluruhan (Annur, 2020)

Tikus sawah (*Rattus Argentiventer*) berbeda dengan tikus got, tikus sawah memiliki ukuran yang lebih kecil, warna rambut yang cenderung coklat kekuningan dan memiliki rambut pada bagian perut (Sudarmaji dan Herawati, 2011). Cara yang dilakukan mengusir tikus seperti pemberian racun tikus, pemasangan jebakan tikus, hingga pemasangan kawat listrik guna membasmi tikus. Dari cara-cara tersebut memiliki keuntungan dan kerugian. Keuntungan dari penggunaan racun tikus adalah harga racun yang murah dan mampu membunuh banyak tikus, sedangkan kerugiannya adalah bisa mengganggu ekosistem jika racun tidak sengaja termakan oleh hewan lain, dan mampu mengganggu kesehatan karena bau tidak sedap yang ditimbulkan oleh tikus yang busuk (Aktar dkk, 2009).

Penggunaan jebakan tikus memiliki keuntungan pada penggunaan jebakan tikus yang mampu digunakan berulang kali, namun kerugiannya pada kapasitas alat yang hanya mampu menjebak satu ekor tikus pada setiap alat. Penggunaan kawat listrik mampu membunuh banyak tikus, namun kerugiannya mampu membahayakan manusia jika terjadi kelalaian. Seperti pada tanggal 14 Februari 2020, meninggalnya seorang petani di Desa Sukoanyar Kecamatan Cerme Kabupaten Gresik yang disebabkan oleh tersengat aliran listrik tegangan tinggi pada kawat listrik penjebak tikus (Azni, 2020).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terjadi sangat pesat. Salah satu perkembangan teknologi pada bidang elektronika, yang membawa banyak manfaat bagi kehidupan sehari-hari. Berkembangnya dunia elektronika sangat didukung oleh penelitian dan riset yang telah dilakukan oleh para ahli elektronika.

Teknologi dibidang elektronika yang bisa membangkitkan gelombang ultrasonik adalah modul NE555. IC NE555 ini didesain oleh Hans R. Camenzind pada tahun 1970 dan pertama kali diproduksi oleh Signetics pada tahun 1971. IC NE555 ini memiliki julukan IC time Machine karena keandalan dan mudah digunakan IC ini menjadi andalan dalam rangkaian elektronika digital (Jaelani dkk, 2016).

IC NE555 sebagai multivibrator astabil yang memiliki keluaran tidak stabil pada keadaan tertentu, tetapi terus berubah dari keadaan 0 ke keadaan 1 secara bergantian. Multivibrator Astabil sering digunakan untuk osilator yang bisa menghasilkan pulsa berbentuk segi empat atau gelombang kotak (square) (Feucht, 1990). Gelombang kotak yang dihasilkan oleh IC NE555 diberi frekuensi tertentu mampu memancarkan gelombang ultrasonik (Anthony, 2007). Gelombang ultrasonik yang dipancarkan dapat mengganggu

pendengaran tikus guna mengusir tikus. Tikus merupakan salah satu hewan yang peka pada gelombang ultrasonik dikarenakan tikus memiliki jangkauan pendengaran antara 5-60kHz (Heffner dkk, 2007), pada kondisi tertentu dapat melebihi hingga 100kHz. Sedangkan jangkauan pendengaran pada manusia adalah 20 Hz – 20 kHz atau disebut audiosonik (Syafurudin dkk, 2008).

Tabel 1. Daerah frekuensi gelombang suara

Nama	Frekuensi
Infrasonik	<20 Hz
Audiosonik	20 Hz – 20 kHz
Ultrasonik	>20kHz

(Sumber: Kustaman, 2017)

Gelombang ultrasonik adalah salah satu contoh sumber radiasi yang aman digunakan, dikarenakan gelombang ultrasonik juga dimanfaatkan dalam dunia medis. Hal ini disebabkan oleh gelombang ultrasonik tidak menimbulkan perubahan seluler dari organ tubuh yang diperiksa (*non invasif*). Meskipun dilakukan pemeriksaan secara berulang - ulang. Sifat lain dari gelombang ultrasonik adalah *non traumatic* yang tidak menimbulkan rasa sakit, serta kurang atau memerlukan persiapan khusus. Hal ini sangat mempermudah dan meringankan penderitanya, dan gelombang ultrasonik dalam dunia medis digunakan dalam ultrasonogram atau USG (Syafurudin dkk, 2008).

PEMBAHASAN

Berdasarkan hal diatas, penulis ingin meliterasi hasil alat pengusir tikus menggunakan gelombang ultrasonik. Dari literasi ini, penulis mendapatkan hasil frekuensi gelombang ultrasonik yang efektif untuk mengusir hama tikus. Melalui literasi ini diharapkan dapat mempermudah pembaca untuk menemukan solusi dalam mengatasi hama tikus pada area persawahan.

Flow diagram pencarian literature dilakukan pada tiga database yang ditunjukkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Flow diagram pencarian literatur

Berdasarkan dari hasil pencarian literatur yang didapat adalah 6 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Artikel penelitian ini mengidentifikasi pemanfaatan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20 kHz sampai dengan 50 kHz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Analisa

Penelitian pertama Martha Fitriani dkk., awalnya menggunakan suara jangkrik yang dimodulasi menggunakan program MATLAB dengan menggunakan frekuensi 20 kHz sampai dengan 25 kHz, namun menggunakan frekuensi tersebut tikus tidak terpengaruh dan masih melakukan aktivitas seperti biasa karena tikus tidak dapat mendengar frekuensi yang dikeluarkan. Dikarenakan frekuensi yang dikeluarkan tidak sesuai dengan frekuensi yang dimasukkan, hanya mampu mengeluarkan frekuensi yang dapat didengar oleh manusia (Fitriani dkk., 2016). Pada penelitian yang dilakukan pada tahun 2017 oleh Nair dkk., menggunakan mikrokontroler PIC16F767 sebagai pembangkit frekuensi gelombang Pulse Width Modulation (PWM) yang dibantu oleh IC LM7805 sebagai amplifier. Menjelaskan bahwa cara kerja alat awalnya diatur pada

frekuensi 25 kHz, kemudian frekuensi tersebut dikeluarkan oleh speaker selama 10 detik. Jika sudah 10 detik maka alat akan menambah frekuensi secara otomatis sebesar 5 kHz, cara tersebut berulang hingga mencapai frekuensi 65 kHz dan kembali lagi ke frekuensi 25 kHz. Frekuensi tersebut diuji cobakan pada 2 ekor hamster, 4-5 ekor semut merah, 2 ekor kecoa dan 2 ekor jangkrik. Dari beberapa hewan yang digunakan untuk uji coba. Hewan yang terpengaruh adalah hamster, sedangkan hewan yang lainnya yang memiliki ukuran lebih kecil dari hamster tidak terpengaruh. Dari beberapa frekuensi yang digunakan, frekuensi yang mampu mengusir hamster adalah frekuensi 25-35 kHz. Terdapat kegagalan speaker dalam mengeluarkan frekuensi dari 35-65 kHz, karena kemungkinan speaker hanya mampu memancarkan frekuensi tertinggi 35 kHz. Namun sistem masih dapat menghasilkan frekuensi dari 25-65 kHz (Nair dkk, 2017).

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Pratama dkk., menggunakan sensor PIR sebagai pendeteksi pergerakan menggunakan pancaran sinar inframerah. Jarak pergerakan yang mampu dideteksi adalah 1 – 5 meter, sehingga alat ini mampu merespon dengan cepat. Sedangkan gelombang ultrasonik yang digunakan dibangkitkan oleh IC NE555 seperti pada gambar 3 yang mampu memancarkan gelombang ultrasonik dengan range 20 – 60 kHz. Gelombang ultrasonik yang dibangkitkan kemudian diproses pada power amplifier dan diteruskan pada piezo elektrik untuk mengusir tikus. Frekuensi yang bisa digunakan untuk mengusir tikus adalah frekuensi 30 – 40 kHz (Pratama dkk, 2019).

Artikel dari penelitian yang dilakukan oleh Rukmana dkk., Arduino difungsikan sebagai pengendali utama pada sistem yang dibuat. Sensor PIR yang akan mendeteksi adanya pergerakan, jika sensor dalam keadaan baik maka sensor akan mendeteksi gerakan yang ada kemudian relay akan mengaktifkan speaker dan audio generator yang mengeluarkan gelombang ultrasonik. Kemudian modul GSM SIM900A akan mengirimkan pesan kepada user berupa pemberitahuan bahwa ada penyusup. Jika semua sudah dilakukan maka kerja alat selesai. Gelombang ultrasonik yang dikeluarkan oleh alat bervariasi 25 kHz, 30 kHz, 35 kHz, 40 kHz, dan 45 kHz. Guna menghasilkan nilai frekuensi yang bervariasi yakni dengan cara memutar tune pada audio generator (Rukmana dkk, 2019).

Pada sebuah penelitian yang dilakukan oleh Telaumbanua dkk., yang menggunakan twitter sebagai actuator penghasil gelombang dengan frekuensi maksimal 50 kHz, sensor PIR sebagai pendeteksi adanya pergerakan, Arduino Atmega 328 sebagai pusat pengolahan informasi. Masih banyak lagi komponen yang digunakan sesuai fungsinya, sehingga terbentuk sistem kendali yang mempunyai respons yang cepat dan akurat. Pada alat tersebut menggunakan sensor PIR sebanyak 4 buah yang dipasang pada sistem kendali. Dan dilakukan pengujian sebanyak 7 kali yang menunjukkan hasil bahwa sensor mampu mendeteksi adanya pergerakan disekitarnya dalam waktu kurang dari 0,1 detik dan mampu mendeteksi jarak terjauh adalah 5 m, sehingga mampu

menjangkau area 78,53 m². Kemudian dilakukan pengujian dalam laboratorium dengan ukuran 20 m² dan menggunakan 10 ekor tikus sebagai bahan percobaan. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil sistem dapat menyalakan aktuator twetters dalam waktu 0,12 detik. Tikus merespon gelombang ultrasonik yang dikeluarkan setelah 4 detik dengan jarak rata-rata 140,71 cm dari umpan yang dipasang (Telaumbanua dkk., 2018).

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Wijanarko dkk., menggunakan 4 modul NE555 yang bisa membangkitkan sinyal gelombang persegi. Sinyal gelombang tersebut digunakan guna pengembangan eksperimental. Frekuensi gelombang yang dapat diatur dari 20 – 150 kHz menggunakan jumper dan trimmer.

Selain menggunakan modul NE555 juga menggunakan sensor proximity sebagai pendeteksi

pergerakan. Untuk melakukan percobaan maka pada setiap modul NE555 diberikan frekuensi yang beragam, yakni 20 kHz, 50 kHz, 100 kHz, dan 150 kHz. Dengan cara kerja jika tikus melewati sensor proximity maka modul NE555 1 akan membangkitkan frekuensi yang dikeluarkan oleh buzzer, dan begitu seterusnya cara kerjanya hingga ke modul NE555 4 sampai batas waktu 15 menit, jika sudah mencapai batas waktu maka kondisi alat akan stop dan kembali pada keadaan awal. Dari percobaan yang dilakukan selama 3 hari dan 2 kali percobaan, diperoleh hasil bahwa frekuensi yang efektif digunakan adalah 50 kHz guna mengusir tikus (Wijanarko dkk, 2019).

Tabel 2. Analisis penggunaan gelombang ultrasonik untuk mengusir tikus dalam pencarian literatur

No.	Penulis (Tahun)	Instrument	Hewan yang Diuji	Frekuensi (kHz)	Efek Terhadap Hewan	Jarak (m)
1.	Indah Martha Fitriani, Alif Cendikiawan, Robbi Kurniawan, Karina Tika Aprilia, Ir. Totok Winarno.,MT. (2016)	Alat pengusir tikus yang awalnya menggunakan suara jangkrik yang dimodulasi matlab yang kemudian diganti menggunakan rangkaian IC NE 555 dan menggunakan sel surya sebagai supply tenaga listrik.	Tikus	20	Tidak Terpengaruh	-
				21	Tidak Terpengaruh	
				22	Sedikit Menjauh	
				23	Menjauh	
				24	Menjauh	
2.	Pratap Nair, K. Nithiyananthan, P. Dhinakar (2017)	Menggunakan mikrokontroler PIC16F767 sebagai pembangkit frekuensi gelombang Pulse Width Modulation (PWM) dan dibantu IC LM7805 sebagai amplifier.	-	25	Hamster Terpengaruh	-
				30	Hamster Terpengaruh	
				35	Tidak ada yang Terpengaruh	
				40		
				45		
				50		
				55		
				60		

Lanjutan tabel 2.

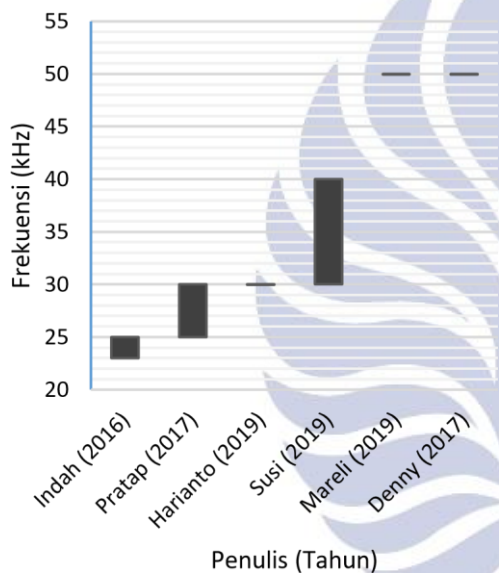
No.	Penulis (Tahun)	Instrument	Hewan yang Diuji	Frekuensi (kHz)	Efek Terhadap Hewan	Jarak (m)
3.	Harianto Adi Pratama, M. Ibrahim Ashari, ST, MT., Dr. F. Yudi Limpraptono, St,Mt. (2019)	Sensor PIR, modul NE 555, speaker twetter.	Tikus	20	Tidak terganggu	1-5
				25		
				30	Terganggu	
				35		
				40		
4.	Susi Tarwianti Endra Rukmana, Afrizal Mayub, Rosane Medriati. (2019)	Arduino, sensor PIR, relay, audio generator dan speaker, modul GSM SIM900A	Tikus 1	25	Tidak Terganggu	-
				30	Terganggu	
				35	Terganggu	
				40	Terganggu	
				45	Tidak Terganggu	
			Tikus 2	25	Tidak Terganggu	
				30	Terganggu	
				35	Terganggu	
				40	Terganggu	
				45	Tidak Terganggu	
			Tikus 3	25	Tidak Terganggu	
				30	Tidak Terganggu	
				35	Terganggu	
				40	Terganggu	
				45	Tidak Terganggu	
			Tikus 4	25	Tidak Terganggu	
				30	Tidak Terganggu	
				35	Terganggu	
				40	Terganggu	
				45	Tidak Terganggu	
5.	Mareli Telaumbanua, Rita Anggraini, Ferdi Indra Sasongko, Angelia Fitri, Risca F.M. Sari, Sri Waluyo (2019)	Panel surya 50WP, sensor PIR yang mikrokontroler, relay, twetter yang sebagai aktuator penghasil gelombang ultrasonik yang diatur pada frekuensi 50 kHz.	Tikus	50	Terganggu	1,4
6.	Denny Wijanarko, Ika Widiastuti, Andriani Widya (2017)	Alat pengusir tikus menggunakan 4 modul NE555 dan sensor proximity	Tikus 1	20	Sedikit Menjauh	-
			Tikus 2		Agak menjauh, Tidak makan	
			Tikus 3		Agak Menjauh	
			Tikus 1	50	Terganggu, bingung tidak makan	
			Tikus 2		Bingung dan menjauh	
			Tikus 3		Mencakar - cakar	
			Tikus 1	100	Tidak terpengaruh	

			Tikus 2		Tidak terpengaruh	
			Tikus 3		Tidak terpengaruh	

Lanjutan tabel 2

No.	Penulis (Tahun)	Instrument	Hewan yang Diuji	Frekuensi (kHz)	Efek Terhadap Hewan	Jarak (m)
			Tikus 1	150	Sangat tidak terpengaruh	
			Tikus 2		Tidak terpengaruh	
			Tikus 3		Tidak terpengaruh	

Berdasarkan parameter pada Tabel 2. Beragam frekuensi yang digunakan dalam setiap penelitian, namun tidak semua frekuensi yang digunakan mampu mengusir tikus. Hanya frekuensi tertentu yang dapat mengusir tikus.



Gambar 2. Grafik Frekuensi yang efektif untuk mengusir tikus

Dari Gambar 2. Terdapat frekuensi yang mampu mengusir tikus yakni 23-50 kHz, sedangkan frekuensi yang paling banyak untuk mengusir tikus adalah 30 kHz. Frekuensi 30 kHz digunakan pada jurnal Pratap (2017), Harianto (2019), dan Susi (2019).

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil literasi yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa frekuensi yang bisa digunakan dalam mengusir hama tikus adalah 23 – 50 kHz, sedangkan frekuensi yang paling banyak digunakan dan mampu mengusir hama tikus adalah frekuensi 30 kHz. Tikus merespon gelombang ultrasonik yang dikeluarkan setelah 4 detik. Sensor mampu mendeteksi dari jarak 1 – 5 meter dari alat, namun gelombang ultrasonik mempengaruhi tikus pada jarak 140,71 cm

dari umpan. Tidak hanya menggunakan modul NE555 sebagai pembangkit gelombang ultrasonik, juga bisa menggunakan twteter dan PIC16F767. Kegagalan dalam mengeluarkan gelombang ultrasonik kebanyakan diakibatkan oleh speaker yang hanya mampu mengeluarkan gelombang audiosonik atau frekuensi yang bisa didengar oleh manusia. Gelombang ultrasonik aman untuk digunakan sehingga bisa menjadi solusi bagi petani dalam mengusir hama.

Saran

Pembuatan alat pengusir hama tikus menggunakan gelombang ultrasonik masih sangat sedikit, jadi masih bisa dikembangkan lagi. Mungkin jika dikembangkan bisa membuat alat pengusir hama menggunakan gelombang ultrasonik yang dilengkapi dengan modul GSM sehingga alat dapat dioperasikan dari jarak jauh guna mempermudah para petani dalam mengoperasikan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktar, W., Sengupta, D. dan Chowdhury, A. 2009 *Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards*. Interdisciplinary Toxicology, 2(1), hal. 1–12. doi: 10.2478/v10102-009-0001-7.
- Annur, C. M. 2020. *Sektor Pertanian Paling Banyak Menyerap Tenaga Kerja Indonesia*. Databoks.
- Anthony, F. 2007. Pengendali Jarak Jauh On-Off Pc (Personal Computer) Dengan Transduser Ultrasonik Tugas Akhir. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. hal. 1–125.
- Azni, A. 2020. *Lagi, Petani di Gresik Meninggal Akibat Tersengat Listrik Jebakan Hama Tikus*, Times Indonesia. Tersedia pada: <https://www.timesindonesia.co.id/read/251136/20200214/215703/lagi-petani-di-gresikmeninggal-akibat-tersengat-listrik-jebakanhama-tikus/> (Diakses: 11 Desember 2020).

- Feucht, D. L. 1990. *Hand Book of Analog Circuit Design* - Google Books. San Diego, California: Academic Press.
- Fitriani, I. M., Cendikiawan, A., dan Kurniawan, R. 2016. *Sistem Pengusir Tikus Berbunyi Jangkrik Pada Tanaman Padi Bertenaga Surya*. Jurnal Prosiding. 8. hal. 2085–2347.
- Heffner, H. E. dan Heffner, R. S. 2007. *Hearing ranges of laboratory animals*. Journal of the American Association for Laboratory Animal Science, 46(1), hal. 20–22.
- Jaelani, I., Sompie, S. R. U. A. dan Mamahit, D. J. 2016. *Rancang Bangun Rumah Pintar Otomatis Berbasis*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, 5(1), hal. 1–10.
- Kustaman, R. 2017. *Bunyi dan Manusia*. Institut Seni Budaya Indonesia (ISBI), 1, hal. 117–124.
- Lailatussyyukriah. 2015. *Indonesia dan konsepsi negara agraris*, Jurnal Seuneubok Lada, 2(1), hal. 1–8.
- Nair, P., Nithiyanthan, K. dan Dhinakar, P. 2017 *Design and development of variable frequency ultrasonic pest repeller*. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 9(Special Issue 12), hal. 22–34.
- Pratama, H. A., Ashari, M. Ibrahim dan Limprapton, F. Y. 2019. *Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Monyet Dan Tikus Di Ladang Jagung Berbasis Arduino*. Jurnal ITN Malang, 12.
- Rukmana, S. T. E., Mayub, A. dan Medriati, R. 2019. *Prototype Alat Pendeteksi Dan Pengusir Tikus Pada Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Arduino Uno*. Jurnal Kumparan Fisika, 2(1), hal. 9–16. doi: 10.33369/jkf.2.1.9-16.
- Sudarmaji dan Herawati, N. 2011. *Mengenal Tikus Sawah*. (3419).
- Syafrudin, A. dan Suseno, J. E. 2008. *Rancang Bangun Generator Pulsa Gelombang Ultrasonik Dan Implementasinya Untuk Pengukuran Jarak Antara Dua Obyek*. Berkala Fisika, 11(2), hal. 29–37.
- Telaumbanua, M., Anggraeni, R., Sasongko, F. I., Fitri, A., Sari, R. F. M., dan Waluyo, S. 2018. *ControlSystem Design for Rat Pest Repellent in the Rice Field Using a Modified ATmega328 MicrocontrollerModified with Ultrasonic Sound Wave*. International Journal of Engineering Inventions. 7(8). hal. 22–28.
- Wijanarko, D., Widiastuti, I. dan Widya, A. 2019. *Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8*. Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan, 5(1), hal. 49–54. doi: 10.25047/jtit.v5i1.79.